

**Заключение диссертационного совета МГУ.013.7**  
**по диссертации на соискание ученой степени кандидата наук**

Решение диссертационного совета от 18 декабря 2025 г., № 5

О присуждении Неило Алексею Александровичу, гражданину РФ, ученой степени кандидата физико-математических наук.

Диссертация «Спин-вентильные структуры для сверхпроводниковой электроники» по специальности 2.6.6 Нанотехнологии и наноматериалы принята к защите диссертационным советом 23 октября 2025 г., протокол № 5П

Соискатель Неило Алексей Александрович, 1998 года рождения, в 2022 году окончил физический факультет Московского государственного университета имени М.В.Ломоносова, обучается на 4 году обучения аспирантуры физического факультета Московского государственного университета имени М.В.Ломоносова

Соискатель работает в должности младшего научного сотрудника в отделе микроэлектроники НИИЯФ имени Д.В. Скobel'цына МГУ имени М.В.Ломоносова

Диссертация выполнена на кафедре атомной физики, физики плазмы и микроэлектроники физического факультета МГУ имени М.В.Ломоносова.

Научный руководитель – кандидат физико-математических наук Бакурский Сергей Викторович, ведущий научный сотрудник отдела микроэлектроники НИИЯФ имени Д.В. Скobel'цына МГУ имени М.В.Ломоносова

Официальные оппоненты:

Шукринов Юрий Маджнунович, доктор физико-математических наук, доцент, ведущий научный сотрудник лаборатории теоретической физики, Объединенный институт ядерных исследований,

Грановский Александр Борисович, доктор физико-математических наук, профессор, профессор кафедры магнетизма физического факультета МГУ имени М.В.Ломоносова,

Бобкова Ирина Вячеславовна, доктор физико-математических наук, доцент, зав. лабораторией спиновых явлений в сверхпроводниковых наноструктурах, Центр перспективных методов мезофизики и нанотехнологий МФТИ

дали положительные отзывы на диссертацию.

Выбор официальных оппонентов обосновывался тем, что они являются специалистами в области сверхпроводниковой электроники и спиновых вентилей и имеют публикации по указанной тематике.

Соискатель имеет 10 опубликованных работ, в том числе по теме диссертации 10 работ, из них 9 статей, опубликованных в рецензируемых научных изданиях, рекомендованных для защиты в диссертационном совете МГУ.

- [1] Bakurskiy S.V., Neilo A.A., Klenov N.V., Soloviev I.I., Kupriyanov M.Yu. Dynamic properties of asymmetric double Josephson junction stack with quasiparticle imbalance // Nanotechnology. - 2019. - vol. 30. - p. 324004. Импакт-фактор 2.8 (JIF). DOI: 10.1088/1361-6528/ab1a8e. EDN: UIFLND. Объем 0.46 п.л. из них 0.16 п.л. вклад Неило А.А.
- [2] Bakurskiy S.V., Neilo A.A., Klenov N.V., Soloviev I.I., Golubov A.A., Kupriyanov M.Yu. Density of states and current-voltage characteristics in SISFS junctions // Superconductor Science and Technology. - 2021. - vol. 34. - p. 085007. Импакт-фактор 3.7 (JIF). DOI: 10.1088/1361-6668/ac0870. EDN: QAXZFQ. Объем 0.63 п.л. из них 0.3 п.л. вклад Неило А.А.
- [3] Stolyarov Vasily, Oboznov Vladimir, Kasatonov Daniil, Neilo Alexey, Bakurskiy Sergey, Klenov Nikolay, Soloviev Igor, Kupriyanov Mikhail, Golubov Alexander, Cren Tristan, Roditchev Dimitri. Effective Exchange Energy in a Thin, Spatially Inhomogeneous CuNi Layer Proximized by Nb // Journal of Physical Chemistry Letters. - 2022. - vol. 13. - p. 6400-6406. Импакт-фактор 4.6 (JIF). DOI: 10.1021/acs.jpclett.2c00978. EDN: FOLIRH. Объем 0.75 п.л. из них 0.17 п.л. вклад Неило А.А.
- [4] Neilo Alexey, Bakurskiy Sergey, Klenov Nikolay, Soloviev Igor, Kupriyanov Mikhail. Superconducting Valve Exploiting Interplay between Spin-Orbit and Exchange Interactions // Nanomaterials. - 2022. - vol. 12. - p. 4426. Импакт-фактор 4.7 (JIF). DOI: 10.3390/nano12244426. EDN: NKHCCW. Объем 0.86 п.л. из них 0.5 п.л. вклад Неило А.А.
- [5] Neilo A., Bakurskiy S., Klenov N., Soloviev I., Kupriyanov M. Tunnel Josephson Junction with Spin-Orbit/Ferromagnetic Valve // Nanomaterials. - 2023. - vol. 13. - p. 1970. Импакт-фактор 4.7 (JIF). DOI: 10.3390/nano13131970. EDN: HVIHGL. Объем 0.75 п.л. из них 0.5 п.л. вклад Неило А.А.
- [6] Neilo A., Bakurskiy S., Klenov N., Soloviev I., Kupriyanov M. Spin-Valve-Controlled Triggering of Superconductivity // Nanomaterials. - 2022. - vol. 14. - p. 245. Импакт-фактор 4.7 (JIF). DOI: 10.3390/nano14030245. EDN: YLHNSJ. Объем 0.63 п.л. 0.4 из них п.л. вклад Неило А.А.
- [7] Neilo Alexey, Bakurskiy Sergey, Klenov Nikolay, Soloviev Igor, Stolyarov Vasily, Kupriyanov Mikhail. Josephson spin valve controlled by a superconducting trigger effect // Applied Physics Letters. - 2024. - vol. 125. - p. 162601. Импакт-фактор 3.6 (JIF). DOI: 10.1063/5.0220387. EDN: ULXCCZ. Объем 0.4 п.л. из них 0.25 п.л. вклад Неило А.А.
- [8] Nazhestkin Ivan A., Bakurskiy Sergey V., Neilo Alex A., Tarasova Irina E., Ismailov Nidzhat, Gurtovoi Vladimir L., Egorov Sergey V., Lisitsyn Sergey A., Stolyarov Vasily S., Antonov Vladimir N., Ryazanov Valery V., Kupriyanov Mikhail Y., Soloviev Igor I., Klenov Nikolay V., Yakovlev Dmitry S. High Kinetic Inductance in Platinum-Coated Aluminum Nanobridge Interferometers //

Advanced Engineering Materials. - 2025. - vol. 27. - p. 2402385. Импакт-фактор 2.968 (JIF). DOI: 10.1002/adem.202402385. EDN: INF DLL. Объем 0.52 п.л. из них 0.1 п.л. вклад Неило А.А.

[9] Неило А.А., Бакурский С.В., Кленов Н.В., Соловьев И.И., Куприянов М.Ю. Магнитное управление кинетической индуктивностью в элементах сверхпроводниковой электроники // Письма в Журнал экспериментальной и теоретической физики. - 2025. - том 121, с. 63-71. Импакт фактор 1.4 (JIF). <https://dx.doi.org/10.31857/S0370274X25010101>. EDN: MCMJLU. Объем 0.46 п.л. из них 0.25 п.л. вклад Неило А.А.

Диссертационный совет отмечает, что представленная диссертация на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук является научно-квалификационной работой, в которой на основании выполненных автором исследований содержится решение задачи по анализу гибридных сверхпроводниковых структур и по поиску эффективных сверхпроводящих спиновых вентилей, имеющей значение для развития сверхпроводниковой электроники.

Так в диссертации были получены оценки для оптимальных наборов материальных и геометрических параметров для реализации эффективных сверхпроводящих спиновых вентилей по управлению джозефсоновским критическим током, а также кинетической индуктивностью, на основе сверхпроводящей гетероструктуры с двумя ферромагнитными слоями. Также в работе показана возможность создания спинового вентиля с одним ферромагнитным слоем и слоем нормального металла со спин-орбитальным взаимодействием и даны практические рекомендации к его реализации. Помимо этого, метод джозефсоновской спектроскопии, основанный на анализе плотности состояний, показал высокую эффективность для определения ключевых параметров составных наноструктур, что открывает перспективы для дальнейших улучшения настройки технологического процесса в области сверхпроводниковых гибридных систем.

Диссертация представляет собой самостоятельное законченное исследование, обладающее внутренним единством. Положения, выносимые на защиту, содержат новые научные результаты и свидетельствуют о личном вкладе автора в науку:

- 1) Разработанные теоретические модели и численные алгоритмы для расчета эффекта близости в многослойных структурах, содержащих ферромагнитные (F) и сверхпроводящие (S) материалы, позволяют из данных туннельной спектроскопии не только выявить качественные изменения в плотности состояния (открытие/закрытие щели в спектре электронных состояний, зеемановское расщепление особенностей спектра, изменение величины мини-щели и появление подщелевых состояний в окрестности уровня Ферми), но и установить соответствие этих особенностей с материальными и геометрическими параметрами исследуемых наноструктур.
- 2) Спин-триггерный эффект в многослойных гибридных структурах  $SF_1S_1F_2S$ -типа позволяет изменять сверхпроводящий параметр порядка управляемого s-слоя на 100% путем изменения

угла разориентации векторов намагниченности  $F$  слоев. Это открывает возможность для создания высокоэффективного спинового джозефсоновского вентиля, который способен переключаться между 0- и  $\pi$ -состояниями, обладающими высокими значениями характеристического напряжения.

3) Спиновый вентиль по управлению кинетической индуктивностью может работать как в линейном, так и в нелинейном режимах путем управления током смещения или изменением угла разориентации векторов намагниченности  $F$  слоев.

4) Спин-орбитальное взаимодействие смешанного типа, включающее механизмы спинового рассеяния Рашбы и Дрессельхауса в слое нормального металла  $N_{SO}$  спинового вентиля  $sN_{SO}F$ -типа позволяет создать структуру с управляемым эффектом близости с использованием единственного ферромагнитного слоя.

На заседании 18 декабря 2025 г. диссертационный совет принял решение присудить Неило А.А. ученую степень кандидата физико-математических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 18 человек, из них 6 докторов наук по специальности рассматриваемой диссертации, участвовавших в заседании, из 23 человек, входящих в состав совета, проголосовали: за присуждение ученой степени – 18, против – 0, недействительных бюллетеней – 0.

Зам. председателя  
диссертационного совета,  
профессор

Рахимов А.Т.

Ученый секретарь  
диссертационного совета,  
доцент

Карташов И.Н.